

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-238020

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成1年(1989)9月22日

H 01 L 21/302  
21/205  
21/31B-8223-5F  
7739-5F

C-6824-5F 審査請求 未請求 請求項の数 7 (全6頁)

④発明の名称 プラズマ処理装置、及びその処理システム

②特 願 昭63-63324

②出 願 昭63(1988)3月18日

⑦発 明 者 鈴木 和 夫 茨城県日立市会瀬町2丁目9番1号 日立サービスエンジニアリング株式会社内

⑦発 明 者 園 部 正 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

⑦発 明 者 大 上 三千男 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑦出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑦出 願 人 日立サービスエンジニアリング株式会社 茨城県日立市会瀬町2丁目9番1号

⑦代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

プラズマ処理装置、及びその処理システム

## 2. 特許請求の範囲

1. マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室と、該放電室に磁場を発生する磁場発生手段と、前記放電室に連結され処理されるべき試料を保持する試料台を有する試料室と、前記放電室から前記試料台方向へ向うイオンエネルギーを制御するグリッド電極とを備えたプラズマ処理装置において、前記放電室内、又は前記放電室と前記試料台の間に、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作り得る磁場配位を有し、かつ、前記プラズマ境界と前記試料台の間に前記グリッド電極を配置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

2. マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室と、該放電室に磁場を発生する磁場発生手段と、前記放電室に連結され処理されるべき試料を保持する試料台を有す

る試料室とを備えたプラズマ処理装置において、前記放電室と試料室の間、又は試料室側に、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作る磁場を発生する補助磁場発生手段を備えていることを特徴とするプラズマ処理装置。

3. マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室と、該放電室に磁場を発生する磁場発生手段と、前記放電室に連結され処理されるべき試料を保持する試料台を有する試料室とを備えたプラズマ処理装置において、前記放電室と試料室の間、又は試料室側に、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作る磁場を発生する場合には前記磁場発生手段と逆方向の電流が流れ、前記プラズマの境界を作らない場合には前記磁場発生手段と同方向の電流が流れる補助磁場発生手段を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

4. マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室と、該放電室に磁場を発生する磁場発生手段と、前記放電室に連結さ

れ処理されるべき試料を保持する試料台を有する試料室と、前記放電室から前記試料台方向へ向うイオンエネルギーを制御するグリッド電極とを備えたプラズマ処理装置において、前記グリッド電極は、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作る場合には前記試料前面に位置し、プラズマの境界を作らない場合には前記試料前面に位置しないように移動可能に設置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

5. マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室と、該放電室に磁場を発生する磁場発生手段と、前記放電室に連結され処理されるべき試料を保持する試料台を有する試料室とを備えたプラズマ処理装置において、前記放電室と試料室の中間、又は試料室側に、前記試料方向へ向う磁力線を試料前面にて直角に曲げる手段を備えていることを特徴とするプラズマ処理装置。
6. マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室に磁場を印加してプラ

ズマを生成し、このプラズマが試料室内の試料に直接照射されて処理される工程と、前記試料前面に磁場によつてプラズマの境界を作り、前記試料がプラズマにさらされない状態で処理される工程とを組合せたことを特徴とするプラズマ処理システム。

7. 前記処理工程は、前記放電室にプラズマを生成するために印加される磁場、及び前記試料前面にプラズマ境界を作るための磁場は、それぞれ発生する磁場の大きさ、方向、形状を処理時間内で制御して行なわれることを特徴とする特許請求の範囲第6項記載のプラズマ処理システム。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明はプラズマ処理装置、及びその処理システムに係り、特に、マイクロ波放電により生成したプラズマを利用し、試料表面に薄膜生成、又はエッチング、スパッタリング、プラズマ酸化等を行うに好適なプラズマ処理装置、及びその処理シ

ステムに関する。

#### 〔従来の技術〕

従来の磁場中のマイクロ波放電によるプラズマを利用したプラズマ処理装置は、放電空間の一部である放電室から試料台を備えた試料室方向に減少する磁場配位となつているため、放電室にて生成されたプラズマは、磁力線に沿つて試料台の方向へ動く。一方、試料の種類により、試料を直接プラズマ（イオン、電子）にさらさず、純ラジカル処理を行なう要求より、試料台と放電室の間にメッシュ状のグリッド電極を設け、これに正電位を加えることにより、プラズマ、特にイオンが試料台へ突入するのを避けて純ラジカル処理を行なうことが試みられていた（例えば特開昭58-125820号公報参照）。しかし、この方法によると、イオンによりメッシュ状グリッド電極がスパッタされ、グリッド材料が試料表面に混入するという問題があつた。

又、他の方法として、放電室と試料室を分け、細い配管で接続することにより、プラズマ消滅後

のラジカルを用いることが試みられたが（例えば特開昭58-40833号公報参照）、ラジカル自体の寿命が短いため、試料へ到達するラジカル密度が低下し、処理速度が小さいという問題があつた。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、プラズマ、特にイオンと電気的には中性なラジカルとの分離法について配慮されておらず、効率的な純ラジカル処理、及び不純物原子の混入防止を可能とする高品質ラジカル処理を同時にできないという問題があつた。

本発明の目的は、処理速度を低下させることなく、高品質なラジカル処理を行なうことができるプラズマ処理装置、及びその処理システムを提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記目的は、放電室内、又は放電室と試料台の間に、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作り得る磁場配位を有し、かつ、前記プラズマ境界と前記試料台の間に前記グリッド電極を配置したプラズマ処理装置、放電室と試料室の中間、又

は試料室側に、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作る磁場を発生する補助磁場発生手段を備えているプラズマ処理装置、放電室と試料室の中間、又は試料室側に、前記放電室にて生成したプラズマの境界を作る磁場を発生する場合には磁場発生手段と逆方向の電流が流れ、前記プラズマの境界を作らない場合には前記磁場発生手段と同方向の電流が流れる補助磁場発生手段を設けたプラズマ処理装置、放電室と試料室の中間、又は試料室側に、試料方向へ向う磁力線を試料前面にて直角に曲げる手段を備えているプラズマ処理装置、マイクロ波と放電ガスが導入され、放電空間の一部を形成する放電室に磁場を印加してプラズマを生成し、このプラズマが試料室内の試料に直接照射されて処理される工程と、前記試料前面に磁場によつてプラズマの境界を作り、前記試料がプラズマにさらされない状態で処理される工程とを組合せたことを特徴とするプラズマ処理システム、とすることにより達成される。

〔作用〕

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を第1図及び第2図により説明する。

第1図は、有磁場マイクロ波放電により試料表面処理（エッチング）を行うプラズマ処理装置に本発明を適用した例である。該図に示す如く磁場コイル1を外側に備えた放電管（室）2に導波管3を通してマイクロ波4が導入され、前記放電管2内に導入されたエッチング用ガス5を、前記放電室磁場コイル1にて発生する磁場と、前記マイクロ波4による電子サイクロトロン共振により励起、または電離しプラズマ12を生成する。一方、前記放電管2と連結され試料6を保持する試料台7を備える試料室8の外側には補助磁場コイル9があり、このコイルによる磁場の方向は、前記磁場コイル1による磁場の方向と反対方向とし、カスプ磁場配位を形成している。これにより、前記放電管2内に生成されるプラズマ12の試料室8側の境界11が発生し、プラズマは、試料室8側へ出てこなくなる。さらに、前記プラズマ境界

一般に、磁場中のプラズマの運動は、電子、及びイオンが磁力線を中心にサイクロトロン運動を行なうため、磁力線方向への拡散に比べ、磁力線を横切る拡散は、数パーセント以下となる。特に、電子は、その質量が小さいため、磁力線の大きさと方向にその運動を支配される。その結果、イオンも、電子とのクーロン力により振動を繰り返しながら、その大部分が磁力線方向に両極性拡散を起こし拡散する。本発明は、上記プラズマの性質を利用し、放電室から試料、及び試料台方向へ向う磁力線を試料台前面にて直角に曲げることにより、放電室から試料台方向へ向うプラズマの境界を試料台前面につくり、試料へ突入するイオン、電子を大幅に低下させるとともに、さらに拡散してくるイオンに対する電氣的障壁として前記プラズマ境界と試料台の間の空間に、正電位を持つメッシュ状グリッド電極を設け、プラズマ中で生成された電氣的に中性なラジカルのみ試料へ到達する様にしたもので、グリッド電極がスパッタされる量は非常に小さくなる。

11を横ぎつて試料室8側へ拡散するイオンを遮蔽するために、前記プラズマ境界11と試料台7の間に、直流電源14により正電位を与えたメッシュ状グリッド電極10が設けられている。これにより、試料6へ到達できるイオンは大幅に低減することができ、前記放電管2内で励起されたラジカルのみが、試料6へ到達し、純ラジカル処理が可能となる。

第2図は、本発明の実施例による第1図の磁場形状、及び、原理についての説明図であり、前記磁場コイル1による磁場方向（磁力線15）と、前記補助磁場コイル9による磁場方向（磁力線16）を反対方向としたカスプ磁場配位を示しており、導入されたマイクロ波4により生成されるプラズマ12は、前記磁場コイルによる磁場方向が反転する手前部分にプラズマ境界11をつくる。一方、試料6を保持する試料台7とこのプラズマ境界11の間に設けられたメッシュ状グリッド電極10a、10bは、正電位を与えられ、プラズマ12（特に中心部）から拡散してくる少量のイ

オンを遮蔽することになる。これにより、試料6へ到達し得るプラズマ12中の粒子は電気的に中性な高密度ラジカル又は中性原子、分子のみとなる。また、前記グリッド電極10a、10bは、プラズマ12中にさらされていないので、スパッタされることもなく、試料6中への不純物の混入も防止できる。

以上、本実施例によれば、高密度ラジカルを試料に照射するとともにイオン及び不純物粒子の混入を防止できるため、高速、高品質なラジカル処理（エッチング）が可能となるという効果がある。

第3図は本発明の他の実施例を示したもので、前記プラズマ境界を作るために、磁場コイル1a、1bの2個のコイルによる磁場方向を同一とし、ミラー磁場配位を形成した場合の有磁場マイクロ波放電プラズマ処理（エッチング）装置であり、試料6を保持する試料台7、及び正電位を与えたメッシュ状グリッド電極10は、プラズマ境界に相当する最外周の磁力線15aよりも外側に複数個配置されている。これにより、本実施例において

は、前記本発明の実施例の効果の他に、複数個同時処理が可能となる効果がある。

第4図は、本発明の更に他の実施例を示したもので、前記プラズマ境界を作り、純ラジカル処理を行う処理工程と、プラズマ境界を作らずにプラズマを試料に直接照射しプラズマ処理を行う工程を組み合わせた処理方法を示す。第4図(a)は、磁場コイル1と補助磁場コイル9の磁力線15b方向を同一とした場合であり、放電管2内に生成されたプラズマ12は、磁力線に沿って試料室8に拡散し、試料6に照射され、試料6はプラズマ12中のイオン、電子を積極的に利用したプラズマ処理が行なわれる。このとき、グリッド電極10は、プラズマによるスパッタ等を避けるためにプラズマに接触しない位置へ移動しており、同時に電源スイッチ19も開としている。第4図(b)は、前記第4図(a)に引き続きラジカル処理を行う場合を示したもので、前記第4図(a)の状態に対し、補助磁場コイル9の電流方向を反転することにより簡単にカスプ磁場配位が得られ、

プラズマ境界11を生成するとともに、試料6中へのイオンの流入防止を確実にするためにグリッド電極10に電源14につながる電源スイッチ19を閉とすることにより正電位を与える構造としている。又、この時、第4図(a)に対し、グリッド電極10は、外部操作あるいは、補助磁場コイル9の反転と同時に試料6前面に移動するものとしている。

以上、本実施例によれば、試料を試料台から移動させることなくプラズマ処理からラジカル処理まで自由な組み合わせで行うことができ、特に2種以上の異なる材質で構成される試料を処理する場合、時間的にプラズマ処理とラジカル処理を選択した処理が可能になるという効果がある。

#### 〔発明の効果〕

以上説明した本発明によれば、プラズマ境界を生成し、かつ試料とプラズマ境界の間に、メッシュ状グリッド電極を配置することにより、高密度ラジカルを、イオンを遮蔽しながら試料面に照射することが可能になり、高効率、高品質ラジカル

処理ができるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のプラズマ処理装置の一実施例を示した有磁場マイクロ波放電プラズマ処理（エッチング）装置の断面図、第2図は第1図における本発明の原理を示すカスプ磁場配位形状とプラズマ境界を示す図、第3図は本発明の他の実施例を示し、磁場配位をミラー磁場配位とした有磁場マイクロ波放電プラズマ処理装置を示す断面図、第4図(a)は本発明のプラズマ処理システムにおけるプラズマを試料に直接照射しプラズマ処理を行う工程を示す図、第4図(b)は純ラジカル処理を行う処理工程を示す図である。

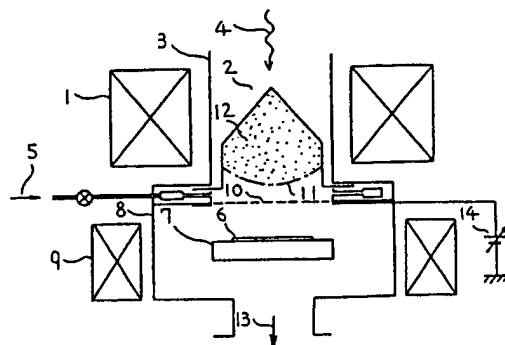
1, 1a, 1b…磁場コイル、2, 2a…放電管（室）、3…導波管、4…マイクロ波、5…エッチング用ガス、6…試料、7…試料台、8…試料室、9…補助磁場コイル、10, 10a, 10b…メッシュ状グリッド電極、11…プラズマ境界、12…プラズマ、13…真空排気、14…直流電源、15, 15a, 16…磁力線、17a, 17b

…冷却水、18…放電用配管、19…電源スイッチ  
チ。

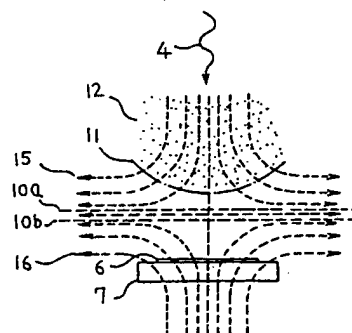
代理人 弁理士 小川勝男



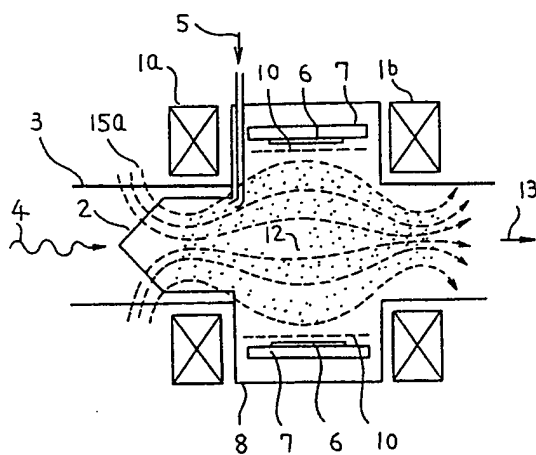
第1図



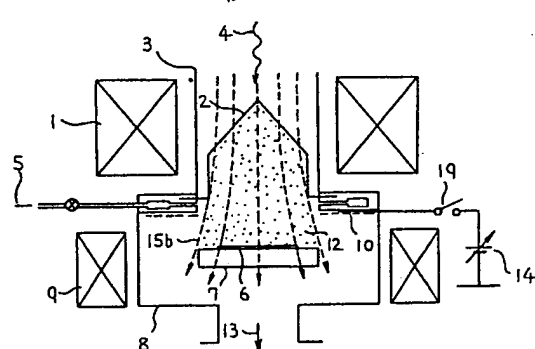
第2図



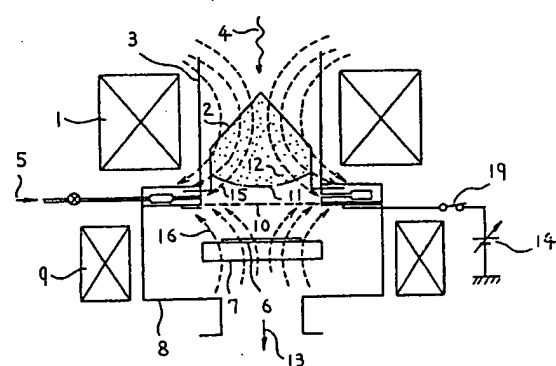
第3図



第4図(a)



第4図(b)



第1頁の続き

⑦発 明 者 福 田 琢 也 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研  
究所内